

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton adalah bahan yang sering digunakan di bidang konstruksi dikarenakan mudah dibuat dan di bentuk serta harganya yang relatif lebih murah daripada bahankonstruksi lainnya.

Menurut SNI 2847-2013 definisi beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat.

Menurut Taufik dan Sabariman (2013) beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). Untuk mengetahui perilaku elemen gabungan (bahan-bahan penyusun beton),

Menurut Tjokrodimuljo (2007) beton adalah campuran yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar, air, dan semen portland atau dengan semen hidraulis lainnya dengan atau tanpa bahan tambahan (dapat berupa bahan kimia atau bahan non kimia atau bahan lain yang berupa serat, *pozzoland* dan sebagainya) dengan perbandingan tertentu menghasilkan campuran yang bersifat plastis sehingga dapat dituang kedalam cetakan untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan. Bila campuran itu dibiarkan, akan semakin mengeras seiring dengan berjalannya waktu karena reaksi kimia yang terjadi antara air dan semen.

Menurut Sari et al (2015) beton merupakan suatu komposit dari bahan yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar, air, semen, atau bahan lain yang berfungsi sebagai bahan pengikat hidrolis, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan. Bahan-bahan tersebut kemudian dicampur dengan komposisi tertentu yang telah ditentukan sehingga menghasilkan beton yang awet, mudah dikerjakan, mempunyai kekuatan yang tinggi, dan ekonomis

Menurut Sugiyanto et al (2000) beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat. Beton Normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2300-2500 kg/m³ menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah yang tidak menggunakan bahan tambahan

2.2. Bahan Penyusun Beton

2.2.1. Semen portland

Semen berasal dari kata “*cement*” dan dalam bahasa inggrisnya yaitu pengikat/perekat. Kata *cement* diambil dari kata *caementum* (bahasa Latin), yang artinya memotong menjadi bagian-bagian kecil tak beraturan yang telah dipergunakan sebagai bahan adukan lebih dari 2000 tahun yang lalu di Italia. Semen adalah salah satu bahan penyusun beton yang mempunyai sifat adhesif maupun kohesif yang berfungsi sebagai pengikat dalam adukan beton. Semen Portland ialah semen hidrolis yang dengan cara menghaluskan klinker terutama

terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis, dan gips sebagai bahan pembantu.

Menurut Tjokrodimuljo (2007) semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satuatau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lainnya.

Berdasarkan tipe penggunaannya, semen dibedakan menjadi beberapa tipe. Menurut Tjokrodimuljo (2007) jenis semen berdasarkan kegunaannya adalah sebagai berikut ini.

1. Jenis I, yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan terhadap sulfat atau panas hidrasi sedang.
3. Jenis III, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis IV, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
5. Jenis V, yaitu semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

2.2.2. Agregat Kasar

Agregat Kasar adalah agregat yang memiliki ukuran butir besar (antara 5 mm hingga 40 mm). Sifat dari agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton

keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca dan efek perusak lainnya. Agregat adalah butiran mineral alamani yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton dan harus bersih dari bahan organik, serta harus memiliki ikatan yang baik dengan semen (Tjokrodinuljo, 2007).

Menurut SNI 2847-2002, agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi 'alami' dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm.

PBI 1971 menyatakan ketentuan mengenai penggunaan agregat kasar untuk beton harus memenuhi syarat, antara lain:

1. agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Pada umumnya yang dimaksudkan dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm,
2. harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai, apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan,
3. tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci,

4. tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang relatif alkali,
5. kekerasan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji dari Rudeloff dengan beban penguji 20t, dengan mana harus dipenuhi syarat-syarat berikut :
 - a. tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5 – 19 mm lebih dari 24% berat 20,
 - b. tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19 – 30 mm lebih dari 22% berat.Atau dengan mesin pengaus *los angeles* dimana tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 50%,
6. agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan ditentukan harus memenuhi syarat-syarat berikut:
 - a. sisa diatas ayakan 31,5 mm, harus 0% berat,
 - b. sisa diatas ayakan 4 mm, harus berkisar antara 90% dan 98% berat,
 - c. selisih antara sisa-sisa komulatif diatas dua ayakan berurutan, adalah maksimum 60% dan minimum 10% berat.
7. besar butir agregat maksimum tidak boleh lebih daripada seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan, sepertiga dari tebal pelat atau tigaperempat dari jarak bersih minimum diantara batang-batang atau berkas-berkas tulangan. Penyimpangan dari pembatasan ini diijinkan, apabila menurut penilaian pengawas ahli, cara-cara pengecoran beton adalah sedemikian rupa hingga menjamin tidak terjadinya sarang-sarang kerikil.

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh agregat kasar menurut spesifikasi bahan bangunan bagian A (SK SNI S-04-1989-F) adalah sebagai berikut:

1. butir keras dan tidak berpori,
2. jumlah butir pipih dan panjang dapat dipakai jika kurang dari 20% berat keseluruhan,
3. bersifat kekal,
4. tidak mengandung zat-zat alkali,
5. kandungan lumpur kurang dari 1%,
6. ukuran butir beraneka ragam.

2.2.3. Agregat Halus

Menurut SNI 1970-2008, agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi 'alami' batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 4,75 mm (No. 4).

Adapun syarat-syarat dari agregat halus (pasir) yang digunakan menurut PBI 1971, antara lain:

1. agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu,
2. terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan,
3. tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat

melalui ayakan 0,063 mm. apabila kadar lumpur melampaui 5%, maka agregat halus harus dicuci,

4. tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-Harder (dengan larutan NaOH),
5. tidak boleh menggunakan pasir laut.

Menurut Mulyono (2005) Agregat halus adalah agregat dengan ukuran lebih kecil dari 4,8 mm. Agregat halus dapat berupa pasir alam (hasil pembentukan alami dari batuan-batuan) atau pasir buatan (dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu). Fungsi utama agregat halus dalam campuran beton adalah mengisi ruang antara butiran agregat kasar.

2.2.4. Air

Air merupakan bahan yang penting dalam pembuatan adukan beton. Air dan semen akan membuat suatu proses kimiawi, selain itu air juga akan membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Percampuran air dan semen disebut pasta semen. Jumlah penggunaan air dalam pembuatan beton harus diperhatikan, karena jika penggunaan air terlalu sedikit akan menyebabkan beton sulit dikerjakan, tetapi jika terlalu banyak akan mengurangi kekuatan dari beton.

Syarat air yang baik untuk dapat bereaksi dalam pembuatan beton menurut PUBLI 1982 adalah:

1. air harus bersih,

2. tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat oleh mata,
3. tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gr/lit,
4. tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton lebih dari 5 gr/lit.

2.3. Limbah Batu

Limbah batu merupakan hasil sampingan dari produksi batu pecah. Limbah batu merupakan limbah yang mengandung banyak silika, alumina dan mengandung senyawa alkali, besi, dan kapur walaupun dalam kadar yang rendah. Dari setiap daerah, komposisi abu batu digunakan dalam adukan beton terutama untuk memperbaiki sifat dari beton. Pemakaian limbah batu dapat menghemat pemakaian semen. Limbah batu mengandung senyawa silika yang sangat halus yang bersifat *amorf* sehingga mampu mengeras bila dicampur dengan semen. Senyawa yang terjadi antara silika amorf dan kapur adalah senyawa silikat kalsium yang sukar larut dalam air. Kemampuan pengerasan dari Limbah batu karena adanya bagian bagian silika amorf yang halus (Wikana & Wantutrianus, 2014)

2.4. Fly ash

Fly Ash merupakan material yang memiliki ukuran butiran yang halus, berwarna kuning keabu-abuan dan diperoleh dari hasil pembakaran batubara. Pada intinya *Fly Ash* mengandung unsur kimia antara lain silika (SiO_2), alumina

(Al_2O_3), fero oksida (Fe_2O_3) dan kalsium oksida (CaO), juga mengandung unsur tambahan lain yaitu magnesium oksida (MgO), titanium oksida (TiO_2), serta sulfur trioksida (SO_3) dalam jumlah yang lebih sedikit (Taufiq & Sabariman, 2013) .

Abu terbang jika digunakan sebagai pozzolan dapat dibedakan menjadi dua kelas, yaitu kelas C dan kelas F seperti tertera pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Spesifikasi Abu Terbang Sebagai *Pozzolan*
(Sumber : Mulyono, 2005)

Komposisi Kimia	Kelas C	Kelas F
Total $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ Sulfur	Min 50	Min 50
Trioksida (SO_3)	Max 3	Max 5
Kadar air	Min 3	Min 3
Hilang pijar	Max 6	Max 12

2.5. Workability

Menurut Tjokrodimuljo (2007) *workability* (kemudahan pengerjaan) adalah merupakan tingkat kemudahan adukan beton untuk diaduk, diangkut, dituang dan dipadatkan tanpa mengurangi homogenitas beton dan beton tidak terurai (*bleeding*) yang berlebihan untuk mencapai kekuatan yang direncanakan. *Workability* akan menjadi lebih jelas pengertiannya dengan adanya sifat-sifat berikut ini.

1. *Mobility* adalah kemudahan adukan beton untuk mengalir dalam cetakan.
2. *Stability* adalah kemampuan adukan beton untuk selalu tetap homogen, selalu mengikat (koheren), dan tidak mengalami pemisahan butiran (*segregasi* dan *bleeding*).

3. *Compactibility* adalah kemudahan adukan beton untuk dipadatkan sehingga rongga-rongga udara dapat berkurang.
4. *Finishibility* adalah kemudahan adukan beton untuk mencapai tahap akhir yaitu mengeras dengan kondisi yang baik.

Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat *workability* antara lain adalah sebagai berikut ini.

1. Jumlah air yang digunakan dalam campuran adukan beton. Semakin banyak air yang digunakan, maka beton segar semakin mudah dikerjakan.
2. Penambahan semen dalam campuran juga akan memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena pasti diikuti dengan bertambahnya air campuran untuk memperoleh nilai *f_{as}* tetap.
3. Gradasi campuran pasir dan kerikil. Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan, maka adukan beton akan mudah dikerjakan.
4. Pemakaian butir-butir batuan yang bulat mempermudah cara pengerjaan beton.
5. Pemakaian butir maksimum kerikil yang dipakai juga berpengaruh terhadap tingkat kemudahan pada saat dikerjakan.
6. Cara pemadatan adukan beton akan menentukan sifat/cara pengerjaan. Bila cara pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan tingkat kelecakan yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit daripada jika dipadatkan dengan tangan

2.6. Nilai Slump

Nilai *slump* merupakan tinggi adukan kerucut beton terhadap tinggi adukan setelah cetakan dicabut. Slump merupakan pedoman yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton, Semakin besar nilai *slump* maka beton semakin encer dan semakin mudah dikerjakan dan begitupun sebaliknya semakin kecil nilai *slump*, maka beton akan semakin kental dan semakin sulit dikerjakan.

Tabel 2.2 Nilai Slump Adukan Beton
(Sumber: Tjokrodinuljo, 2007)

Pemakaian Beton (Berdasarkan Jenis Struktur Yang Dibuat)	Nilai Slump (cm)	
	Maksimum	Minumun
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur dibawah tanah	9	2,5
Plat, balok, kolom, dinding	15	7,5
Perkerasan jalan	7,5	5
Pembetonan massal (beton massal)	7,5	2,5

2.7. Penelitian Sebelumnya

Kurnyawan (2015) menggunakan judul Pengaruh Abu Batu Sebagai Pengganti Pasir Untuk Pembuatan Beton. Membuat benda uji untuk mengetahui nilai kuat tekan pada beton normal dengan variasi abu batu sebagai pengganti pasir. Digunakan 18 buah benda uji berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan kuat rencana, $f_c = 20$ MPa. Terdapat 6 jenis variasi beton yang akan diuji yaitu 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100% abu batu sebagai pengganti pasir. Dari hasil penelitian yang dilakukan, untuk 0% abu batu menghasilkan $f_{cr} = 20,67$ MPa, 20% abu batu menghasilkan $f_{cr} = 19,44$ MPa, 40% abu batu menghasilkan $f_{cr} = 18,14$ %

MPa, 60% abu batu menghasilkan $f_{cr} = 17,03$ MPa, 80% abu batu menghasilkan $f_{cr} = 15,94$ MPa dan untuk 100% abu batu menghasilkan $f_{cr} = 15,01$ MPa.

Widodo et al (2003) dengan judul penelitian Pemanfaatan Limbah Abu Batu Sebagai Bahan Pengisi Dalam Produksi *Self-Compacting Concrete* mengatakan bahwa dalam penelitian ini didapatkan kesimpulan penggunaan abu batu sebagai filler dalam produksi SCC dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 3,5%, pada penambahan abu batu dengan takaran 25% berat semen.

Mardiono (2010) dengan judul penelitian Pengaruh Pemanfaatan Abu Terbang (*Fly Ash*) Dalam Beton Mutu Tinggi dengan variasi penggunaan *fly ash* 0%, 10%, 20%, 30%, 40%. Dari hasil penelitian didapat kadar optimum *fly ash* sebesar 10% yang meningkatkan kuat tekan beton yang dirancang 40 MPa menjadi 41,57 MPa.

Pasaribu (2017) dengan penelitian Pengaruh Penambahan *Filler* Abu Batu Terhadap Sifat Mekanik Beton dengan hasil yang didapat pada variasi 9% *filler* abu batu dengan nilai kuat tekan beton 26,03 MPa, modulus elastisitas 23534,73 MPa, kuat tarik belah 2,89 MPa, dan penyerapan air pada beton sebesar 6,179%.

Harjono (2017) dengan judul penelitian Pengaruh Abu Batu Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Sifat Mekanik Beton dengan 6 variasi (0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100%) dengan menambahkan bahan tambah *Viscocrete-100* dengan hasil yang didapat dengan substitusi abu batu pada variasi 40% dengan nilai kuat tekan beton 25,38 MPa dan modulus elastisitas 23942,147 MPa, kuat tarik belah sebesar 11,08%, dan penyerapan air pada beton terendah 10,906 pada beton normal.